

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kubis

*Brassica oleracea* L. (suku kubis-kubisan atau *Brassicaceae*) biasa dikenal awam sebagai kubis atau kol. Namun spesies ini mencakup juga berbagai jenis sayur-sayuran populer lain seperti kubis bunga (termasuk romanesco), brokoli, kubis tunas (*brusselsprout*), kolrabi, dan kailan. Kubis telah ada sejak Perang Dunia II dan ditanam di daerah pegunungan dan benihnya selalu didatangkan dari luar negeri, terutama dari Eropa, khususnya Nederland (Permadi dan Sastrosiswojo, 1993). Tanaman kubis yang banyak di budidayakan di Indonesia adalah kubis krop dan kubis bunga. Jenis kubis yang paling luas ditanam petani adalah kubis-putih, dan sebagian kecil mulai menanam kubis merah seperti di daerah Lembang dan Cipanas (Rukmana, 1994).

Kubis mengandung air, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, besi, natrium, kalium, vitamin (A, C, E, tiamin, riboflavin, nicotinamide), flavonoid, glutamin, sulphoraphane, glukosinolat, dan betakaroten (Kusumaningrum, 2013). Klasifikasi botani tanaman kubis bunga adalah sebagai berikut: Kingdom Plantae, Divisi Spermatophyta, Sub divisio ngiospermae, Kelas Dicotyledonae, Ordo Papavorales, Famili Cruciferae, Genus *Brassica*, Spesies *Brassica oleracea* L.

Umumnya tanaman kubis merupakan tanaman semusim (anual) yang berbentuk perdu. Dengan susunan organ tubuh utama batang daun, bunga, buah, biji dan akar, sistem perakaran tanaman kubis relatif dangkal yaitu dapat menembus permukaan tanah yang kedalamannya antara 20-30 cm (Rukmana,

1994). Perakaran tanaman kubis menurut Cahyono (2001) memiliki akar tunggang (*Radix primaria*) dan akar serabut. Akar tunggang tumbuh ke pusat bumi (kearah dalam), sedangkan akar serabut tumbuh ke arah samping (horizontal), menyebar dan dangkal. Dengan perakaran yang dangkal tersebut, tanaman akan dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porous. Batang tanaman kubis tumbuh tegak dan pendek selain itu juga mengandung banyak air (*herbaceous*). Di sekeliling batang sampai titik tumbuh terdapat helai daun yang bertangkai pendek. Pertumbuhan vegetatif kubis terhenti apabila ditandai dengan terbentuknya krop atau telur (*head*) pada kubis. Krop atau telur sebenarnya adalah daun-daun yang tumbuh secara menyatu dan memadat serta kompak dari luar ke dalam. Daun-daun tersebut saling menutupi atau melindungi satu sama lain menjadi satuan yang kompak hingga daun berwarna putih berseri (Ashari, 1995).

## **2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kubis**

Menurut Rukmana (1994) syarat tumbuh tanaman kubis dibagi menjadi dua yaitu :

### **1. Syarat Iklim**

Tanaman kubis dapat tumbuh optimal pada ketinggian 100-2000 Mdpl. Di Indonesia umumnya kubis banyak di tanam di dataran tinggi 1000-2000 dpl. Tetapi setelah ditemukan kultivar atau varietas yang tahan panas tanaman kubis dapat diusahakan di dataran rendah 100-200m dpl. Keadaan iklim yang cocok adalah daerah yang relatif lembab dan dingin serta curah hujan cukup. Besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi langsung ketersediaan air di dalam tanah serta kelembaban tanah.

Kelembaban yang diperlukan tanaman kubis adalah 80% - 90%, dengan suhu  $15^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$ , serta cukup mendapatkan sinar matahari. Penelitian di Jepang menyimpulkan bahwa temperatur optimum untuk tanaman kubis adalah  $15^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$ . Namun di Indonesia perbedaan masing-masing faktor iklim, temperatur, panjang hari, radiasi, kelembaban dan curah hujan nyata terlihat pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi. Demikian pula tempat penanaman yang kurang mendapatkan sinar matahari maka dapat menyebabkan tanaman kurang baik dan mudah terserang oleh penyakit.

## 2. Syarat Tanah

Kubis dapat tumbuh pada semua jenis tanah, mulai dari tanah pasir sampai tanah berat. Tetapi yang paling baik untuk tanaman kubis adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus dengan pH berkisar antara 6-7. Jenis tanah yang paling baik untuk tanaman kubis adalah lempung berpasir.

Tanah-tanah yang masam (pH kurang dari 5,5), pertumbuhan kubis mengalami hambatan mudah terserang penyakit akar bengkok "*Club root*" yang disebabkan oleh cendawan *Plasmodiophora brassicae* Wor. Sebaliknya pada tanah-tanah yang basa (pH lebih besar dari 6,5), tanaman kubis sering terserang penyakit kaki hitam (*blacklegn*) akibat cendawan *Phoma lingam* sehingga perlu penanganan yakni dengan pengapuran pada tanah asam atau pemberian pupuk belerang (S) untuk tanah basa.

Kebutuhan kapur pertanian untuk menaikkan pH tanah tergantung jenis tanah dan derajat keasaman tanah (Tabel 1).

Tabel 1. Kebutuhan Kapur Untuk Menaikan pH Tanah

Tekstur tanah	Jumlah kapur (t/ha) untuk menaikan pH dari		
	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5-6,5
Pasir dan lempung	0,6	0,6	0,9
Pasir berlempung	-	1,1	1,5
Lempung	-	1,7	2,2
Lempung berdebu	-	2,6	3,2
Lempung berliat	-	3,4	4,3

Sumber: Rukmana,1995

### 2.3 Penyakit Akar Gada1

Penyakit akar gada disebabkan oleh *Plasmodiophora brassicae* Woronin yang merupakan patogen tular tanah, bersifat endoparasit obligat, dapat bertahan dalam tanah sampai dengan 8 tahun dalam bentuk spora istirahat, dan akan segera berkecambah apabila ada inang meskipun hanya sedikit (Agrios, 2005). Gambar akar tanaman kubis yang terserang oleh *Plasmodiophora brassicae* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Akar terserang *Plasmodiophora brassicae* pada tanaman kubis

Akar gada merupakan salah satu penyakit penting dan sangat merusak pada tanaman cruciferae baik yang dibudidayakan maupun yang tumbuhan liar dan tersebar diseluruh dunia (Alexopoulos *et al.*, 1996 dalam Agrios, 2005). Di Indonesia, penyakit ini dapat menyebabkan kerugian yang signifikan terhadap hasil panen kubis-kubisan. Penyakit akar gada dan tanaman dari famili

*Brassicaceae* lainnya (Widodo dan Suheri, 1995 dalam Fitriyani, 2012).Cicu (2006), menyatakan bahwa kerugian yang disebabkan oleh penyakit ini pada tanama kubis sekitar 88.60%. Penyebab penyakit ini dapat terpancar di alam melalui tanah dengan berbagai cara atau perantara, misalnya peralatan usaha tani, bibit, hasil panen, air permukaan, angin, dan melalui pupuk kandang.

Tingkat produksi tanaman kubis-kubisan sering kali di pengaruhi oleh serangan *Plasmodiophora brassicae* yang menyebabkan bengkak pada akar. Pembengkakan pada jaringan akar dapat mengganggu fungsi akar seperti translokasi zat hara dan air dari dalam tanah ke daun. Jika tanah sudah terinfeksi maka patogen tersebut akan selalu menjadi pembatas dalam budidaya tanaman famili *Brassicaceae* karena patogen ini mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap perubahan lingkungan dalam tanah (Cicu, 2006)

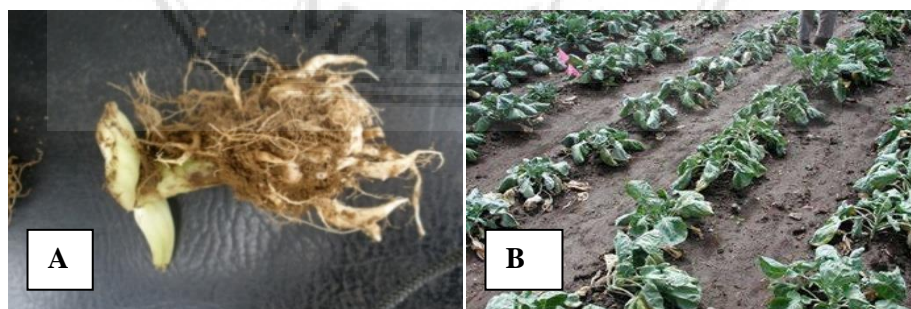
Berdasarkan klasifikasi yang telah ditemukan oleh Agrios (2005), *Plasmodiophora brassicae* digolongkan dalam : Kingdom Protozoa, Phylum Plasmodiophoromycota, Kelas Plasmodiophoromycetes, Ordo Plasmodiophorales, Famili Plasmodiophoraceae, Genus Plasmodiophora, Spesies *Plasmodiophora brassicae* Wor.

### **2.3.1 Gejala Penyakit Akar Gada (*Plasmodiophora brassicae* Wor)**

Gejala penyakit akar gada dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu gejala di permukaan tanah dan gejala yang ada pada akar. Gejala yang ada diatas permukaan tanah yaitu daun tanaman berwarna hijau pucat sampai kekuningan, terkulai dan layu pada siang hari, kadang-kadang segar kembali pada malam hari. Jika penyakit berkembang terus tanaman menjadi kerdil (Dixon, 2009), daun-daun

yang menguning ketika masih muda dapat mati dalam beberapa minggu karena terjadi pembengkakan akar (Sastrosiswojo dkk., 2005) selain itu semakin parah gejala yang akan di timbulkan seperti tanaman mungkin akan tumbuh tanpa krop (Kageyama, 2009). Sedangkan Infeksi pada tanaman yang lebih tua tanaman akan tetap bertahan hidup, tetapi menghambat pembentukan kepala, sehingga produksi menurun atau tidak berproduksi sama sekali (Agrios, 2005).

Pembengkakan akar mempunyai ciri khas penyakit akar gada. gejala akar gada ini terlihat tepat di bawah pangkal batang. Pada *Brassica oleracea* mula-mula pembengkakan berbentuk “*spindel*” (kurus panjang) yang sangat kecil pada akar-akar utama dan lateral. Dengan pertumbuhan jaringan inang yang tak terkendali, akar-akar menjadi besar dan berbentuk sehingga bersatu menjadi gada (Cicu, 2002). Pada akar kubis, pembengkakan dapat mencapai ukuran kepala tinju manusia dan warnanya nampak kelabu dan kuning pucat (Karling, 1968). Variasi gejala yang diakibatkan oleh serangan *Plasmodiophora brassicae* pada tanaman kubis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Variasi Gejala Serangan *Plasmodiophora brassicae* Wor pada tanaman Kubis : (A) Gejala Serangan pada akar (Setiawan, 2011). (B) Gejala Serangan pada daun dengan daun menjadi layu

Gejala pembengkakan tersebut terjadi pada sebagian perakaran atau seluruh perakaran (Semangun, 2001). Sebelum akhir musim tanam dan kondisi

lingkungan yang basah, akar yang membengkak akan hancur karena diuraikan oleh bakteri dan parasit sekunder lain di dalam tanah (Semangun, 2001 dalam Agrios, 2005).

### **2.3.2 Siklus Hidup *Plasmodiophora brassicae* Wor**

Selama siklus hidupnya, *Plasmodiophora brassicae* menghasilkan dua fase plasmodium yang berbeda yakni plasmodium primer yang selanjutnya membentuk zoosporangia berdinding sel tipis dan plasmodium sekunder yang membentuk spora rehat (*resting spore*) berdinding sel tebal yang tersusun atas senyawa kitin dan dapat berkecambah dengan zoosporanya, dinding sel tebal ini menyebabkan spora dapat bertahan lebih lama (Alexopoulos, 1996 dalam Asniah, 2009).

Siklus penyakit dimulai dengan perkecambahan satu zoospora primer dari satu spora rehat haploid dalam tanah. Zoospora primer ini menembusi rambut akar dan menginfeksi isi sel dan masuk ke dalam sel inang. Setelah penetrasi rambut akar atau sel epidermis inang oleh zoospora primer, protoplasma yang berinti satu terbawa masuk ke dalam sel inang. Pembelahan mitosis terjadi dan protoplasma membentuk plasmodium primer setelah plasmodium primer mencapai ukuran tertentu, membelah menjadi beberapa bagian yang berkembang menjadi zoosporangia (Alexopoulos *et al.*, 1996 dalam Asniah, 2009). Setiap zoosporangium mengandung 4 sampai 8 zoospora sekunder yang dapat terlepas melalui lubang atau pori-pori pada dinding sel inang (Agrios, 2005). Zoospora sekunder yang lepas bisa masuk ke sel inang yang lain atau keluar dari akar, dan

selanjutnya zoospora sekunder ini dapat menginfeksi kembali rambut-rambut akar menyebabkan perkembangan aseksual patogen yang cepat.

## **2.4 Pengendalian Penyakit Akar Gada**

Beberapa upaya pengendalian telah dilakukan namun hasilnya belum memberikan hasil yang terbaik. Pengendalian hayati dengan menggunakan mikroorganisme dan bahan organik merupakan pendekatan alternatif yang perlu dikaji dan dikembangkan, sebab relatif aman serta bersifat ramah lingkungan.

### **2.4.1 Pengendalian Hayati**

Pengendalian hayati dengan pemanfaatan mikroorganisme antagonis merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan sebagai pengendalian penyakit tanaman. Agrios (2005) menjelaskan bahwa pengendalian hayati merupakan perlindungan tanaman dari patogen termasuk penyebaran mikroorganisme antagonis pada saatsetelah atau sebelum terjadinya infeksi patogen. Sinaga (2006) menambahkan bahwa introduksi agens hayati antagonis berpotensi mengendalikan patogen tular tanah, yaitu menekan inokulum, mencegah kolonisasi, melindungi perkecambahan biji dan akar tanaman dari infeksi patogen. Selainitu secara langsung dapat menghambat patogen dengan sekresi antibiotik, berkompetisi terhadap ruang dan atau nutrisi, menginduksi prosesketahanan tanaman. Beberapa jamur dilaporkan mempunyai potensi sebagai pengendali hayati dari jamur patogenik. Diantaranya adalah penggunaan jamur *Trichoderma* spp., *Gliocladium* sp, *Aspergillus* sp. (Soenartiningsih dkk, 2014).

*Trichoderma* spp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit dan menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman



atau memiliki spektrum pengendalian yang luas. Jamur *Trichoderma* spp. dapat menjadi hiper parasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman dan pertumbuhannya sangat cepat. Dalam keadaan lingkungan yang kurang baik, miskin hara atau kekeringan, *Trichoderma* spp. akan membentuk klamidospora sebagai propagul untuk bertahan dan berkembang kembali jika keadaan lingkungan sudah menguntungkan. Oleh karena itu dengan sekali aplikasi *Trichoderma* spp. akan tetap tinggal dalam tanah. Hal ini merupakan salah satu kelebihan pemanfaatan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendalian hayati khususnya untuk patogen tular tanah (Intan, 2013).

Keuntungan menggunakan *Trichoderma* spp. yang berpotensi sebagai agen hayati adalah pertumbuhannya cepat, mudah dikulturkan dalam biakan maupun kondisi alami. Selain itu, beberapa jenis *Trichoderma* spp. dapat bertahan hidup dengan membentuk klamidospora pada kondisi yang tidak menguntungkan dan cukup tahan terhadap fungisida dan herbisida. Cara jamur *Trichoderma* spp. bekerja dalam mengendalikan patogen yaitu proses kolonisasi dengan cepat mendahului patogen kemudian berkompetisi secara agresif atau menyerang tempat yang belum ditempati oleh patogen tersebut. Pertumbuhan miselium *Trichoderma* spp akan melilit dan memenuhi tempat disekitar hifa dari jamur inang dan menyebabkan hifa patogen akan mudah sekali menjadi kosong, runtuh dan akhirnya hancur (Backer dan Cook dalam Waluyo, 2004).

*Gliocladium* sp. merupakan cendawan tanah yang umum dan tersebar di berbagai jenis tanah, misalnya tanah hutan dan pada beragam rizosfer tanaman. *Gliocladium* sp termasuk dalam jamur class *Deuteromycetes*. Jamur ini

mempunyai ciri konidia berwarna hijau, dan konidiofor yang bersepta. Konidia berbentuk bulat telur pendek, dan memiliki hifa bersekat (Retnosari, 2011). Cendawan *Gliocladium* sp. memarasit inangnya dengan cara menutupi atau membungkus patogen, memproduksi enzim-enzim dan menghancurkan dinding sel patogen hingga patogen mati. Mekanisme antagonistik dari *Gliocladium* sp. terhadap organisme lain adalah hiper parasitisme, antibiosis dan lisis atau kombinasi keduanya. Cendawan ini pertama kali dilaporkan memproduksi bahan anti cendawan (Anti Fungal) gliotoxin dan virin (Barnett dan Hunter, 1998). Hasil penelitian Oktriana (2011), menunjukkan bahwa *Gliocladium* sp mempunyai kecepatan tumbuh yang paling tinggi dibandingkan dengan jamur antagonis lainnya.

*Aspergillus* spp. adalah salah satu jenis mikroorganisme yang termasuk jamur dan termasuk dalam mikroorganisme eukariotik. Jamur *Aspergillus* spp. memiliki sifat antagonis lebih baik dibanding jamur *Trichoderma* sp. terhadap *P. palmivora* pada uji laboratorium (Sukanto dkk., 1997) sehingga berpotensi untuk dikembangkan, meskipun selama ini *Trichoderma* sp. merupakan jamur antagonis yang paling banyak digunakan sebagai agen biokontrol. Jamur *Aspergillus* spp. diketahui dapat menghasilkan senyawa *Aspergillin* dan memproduksi zat yang dapat menghambat perkembangan jamur patogen (Venkatasubbaiah & Safeeulla, 1984). Selain sebagai antagonis jamur *P. palmivora*, *Aspergillus* telah banyak dilaporkan dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman seperti *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum* dan *Macrophomia phaseolina* (Dolar, 2001).

### 2.4.2 Peran bahan Organik

Bahan organik sering disebut sebagai bahan penyangga tanah (Musnamar, 2003 dalam Wahyu, 2016) karena dapat sebagai pengganti pupuk mineral walaupun kandungan makro dan mikro lebih rendah dari pupuk kimia, pupuk organik dapat meningkatkan nilai struktur dan tekstur tanah, meningkatkan populasi mikroba dan pada saat yang sama menjaga kualitas produk tanaman (Dauda *et al*, 2008).

Menurut Menteri Pertanian (2005 ) pupuk maupun bahan organik mampu mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah serta meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolik jasad mikroba di tanah sehingga memperbaiki penampilan tanaman. Hal yang sama di ungkapkan oleh Gaskell *et al* (2000) bahwa meningkatnya bahan organik di tanah dapat menyebabkan populasi organisme tanah menjadi lebih banyak dan beragam dan selanjutnya dapat di duga dapat mengendalikan hama dan penyakit.

Pupuk kandang ialah olahan kotoran hewan, biasanya ternak, yang diberikan pada lahan pertanian untuk memperbaiki kesuburan dan struktur tanah. Zat hara yang dikandung pupuk kandang tergantung dari sumber kotoran bahan bakunya. Pupuk kandang ternak besar kaya akan nitrogen, dan mineral logam, seperti magnesium, kalium, dan kalsium. Namun demikian, manfaat utama pupuk kandang adalah mempertahankan struktur fisik tanah sehingga akar dapat tumbuh secara baik (Novia, 2015). Setiap hewan akan menghasilkan kotoran dalam jumlah dan komposisi yang beragam. Kandungan hara ( Tabel 2) pada pupuk kandang dapat dipengaruhi oleh jenis ternak, umur ternak, bentuk fisik ternak, pakan dan air (Pranata, 2010).

Tabel 2. Kandungan Unsur Hara beberapa Jenis Pupuk Kandang

Jenis Ternak	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Ayam	1,7	1,9	1,5
Sapi	0,3	0,2	0,3
Kuda	0,4	0,2	0,3
Kambing	0,7	0,4	0,35
Domba	0,6	0,3	0,2

Sumber : Novizan,2005

Dilihat dari komposisinya kandungan hara dalam kotoran ayam tiga kali lebih besar dari pada kandungan hara dalam hewan mamalia. Kotoran ayam memiliki kandungan hara fosfor lebih tinggi dan lebih mudah terdekomposisi dari pada ternak lainnya (Ayub, 2010). Menurut Pranata (2010) kotoran kambing mengandung nitrogen dan kalium lebih tinggi dibanding dengan kotoran sapi. Ditambahkan Silvia dkk., (2012) memiliki kadar K yang lebih tinggi dari pada kandungan K pada pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi dan kerbau, namun lebih rendah dibanding dengan pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam, babi, dan kuda.

Kompos merupakan jenis pupuk yang berasal dari hasil akhir penguraian sisa-sisa hewan maupun tumbuhan yang berfungsi sebagai penyuplai unsur hara tanah sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah secara fisik, kimiawi, maupun biologis (Sutanto, 2002). Secara fisik, kompos mampu menstabilkan agregat tanah, memperbaiki aerasi dan drainase tanah, serta mampu meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Secara kimiawi, kompos dapat meningkatkan unsur hara tanah makro maupun mikro dan meningkatkan efisiensi pengambilan unsur hara tanah. Sedangkan secara biologis, kompos dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang mampu melepaskan hara bagi tanaman.

Kompos dapat dibuat dari berbagai bahan organik yang berasal dari limbah hasil pertanian dan non pertanian (Harizena, 2012). Limbah hasil pertanian yang dapat dijadikan sebagai kompos antara lain berupa jerami, dedak padi, kulit kacang tanah, dan ampas tebu. Sedangkan, limbah hasil non pertanian yang dapat diolah menjadi kompos berasal dari sampah organik yang dikumpulkan dari pasar maupun sampah rumah tangga. Bahan-bahan organik tersebut selanjutnya mengalami proses pengomposan dengan bantuan mikroorganisme pengurai sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal ke lahan pertanian (Widarti dkk., 2015).

Kualitas kompos ditentukan oleh tingkat kematangan kompos seperti :warna, tekstur, bau, suhu, pH, serta kualitas bahan organik kompos. Bahan organik yang tidak terdekomposisi secara sempurna akan menimbulkan efek yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Penambahan kompos yang belum matang ke dalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan penyerapan bahan nutrient antara tanaman dan mikroorganisme tanah. Menurut Sutanto (2002), keadaan tersebut dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman. Kompos yang berkualitas baik diperoleh dari bahan baku yang bermutu baik. Kompos yang berkualitas baik secara visual dicirikan dengan warna yang cokelat kehitaman menyerupai tanah, bertekstur remah, dan tidak menimbulkan bau busuk. Kandungan unsur hara di dalam kompos sangat bervariasi tergantung jenis bahan asal yang di gunakan. Komposisi yang terkandung seperti nitrogen 0,1-0,6%, phosphor 0,1-0,6% , kalium 0,8-1,5% , kalsium 0,8-1,5%.